

## **A Nemzetközi Talajtani Társaság Távérzékelési Munkacsoportjának 4. Szimpóziuma**

Wageningen, Enschede, 1985. március 4—8.

A Nemzetközi Talajtani Társaság Távérzékelési Munkacsoportja 1974-ben Moszkvában alakult meg. Az azóta eltelt időben a Távérzékelési Munkacsoport két kollokviumot (Róma 1977, Varsó, 1981) és két szimpóziumot (West-Lafayette 1980, Wageningen, Enschede 1985) hívott össze.

A Munkacsoport 1985. évi szimpóziumának megszervezését az ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences), az IAC (International Agricultural Centre) és a STIBOKA (Netherlands Soil Survey Institute) vállalta, több holland intézmény közreműködésével.

A szimpózium célja az volt, hogy áttekintést adjon a távérzékelés módszereinek és interpretációjának a talajtanban elért eredményeiről és meghatározza, kijelölje a szükséges kutatási főirányokat.

A szimpóziumon 14 ország mintegy 50 szakembere vett részt. A holland házigazdák mellett képviseltették magukat a távérzékelés területén jelentős eredményeket elért amerikai kutatóközpontok (Michigan-i Egyetem, USDA, LARS), továbbá Nagy-Britannia, Svédország, NSZK, Törökország, Franciaország, Ausztria és Olaszország kutatói. A fejlődő országok közül India, Indonézia és Nigéria küldöttei voltak jelen. A szocialista országokból csak Lengyelország és Magyarország küldött szakembereket.

A szimpóziumot W. G. SOMBROEK, a Társaság főtárgya, a Nemzetközi Talajreferencia és Információs Központ (Hollandia) igazgatója nyitotta meg. A házigazdák nevében J. VAN DER PLAS, a wageningeni Agrártudományi Egyetem Talajtani és Geológiai Tanszékének vezetője köszöntötte a résztvevőket, majd S. BIALOUSZ (Lengyelország), a Távérzékelési Munkacsoport elnöke mondott üdvözlő szavakat. F. HILWIG (Hollandia), a konferencia elnöke, ismertette a szimpózium munkaprogramját. A megnyitó után a szimpózium négy szekcióban folytatta munkáját.

### *I. szekció: Távérzékelés a látható és közeli infratartományban*

Több előadás anyaga mutatott be talajtérképezést légi- és űrfelvételek alapján. U. DING (Törökország) három különböző típusú (mediterrán, extrém arid és Fekete-tengerparti) teszterületen vizsgálta a fekete-fehér LANDSAT felvételeknek, illetve több sáv kombinációjából előállított LANDSAT színterminálitoknak az alkalmazhatóságát és pontosságát kis méretarányú talajtérképek szerkesztésében. A színterminálitok kontrasztosabb képet adtak a területekről, és a geomorfológiai alakzatok is jól értelmezhetők voltak rajtuk. Az alluviális üledékekkel fedett területek interpretációjánál a LANDSAT MSS 7-es sávjában készült felvételeket tudták a legjobban felhasználni. M. MARSOEDI (Indonézia) és L. VENKATARTNAM (India) is a többszintű távérzékelés technikáját alkalmazták, légi- és űrfelvételeket együttesen használtak fel. M. MARSOEDI konvencionális légifelvételeket, multispektrális légifényképeket és LANDSAT űrfelvételeket, L. VENKATARTNAM pedig a Szaljut-7 fedélzetéről MKF-6-os

kamerával készített űrfotókat és LANDSAT színekompozitokat vetett össze. Ezen utóbbi kísérletben földi spektrális mérések is megkönnyítették a kiértékelést.

Két előadás foglalkozott a LANDSAT Thematic Mapper (TM) felvételek alkalmazhatóságával. M. A. MULDER (Hollandia) TM és LANDSAT felvételeket hasonlított össze. Részletesen ismertette a 7 TM sáv alkalmazásának lehetőségeit. A TM 2-es sáv a talajban lévő vas-oxidok, a TM 5-ös pedig a gipsz meghatározására alkalmas. A talajnedvesség-tartalom és a higroszkópikus sóvegyületek a TM 6-os, míg a kalcit és rétegszilikátok a TM 7-es sávban azonosíthatók a legkönnyebben. Vizsgálataikat egy arid és egy szemi-arid tunéziai területen végezték. Megállapították, hogy a TM-nél nem szükséges az adott jelenség vizsgálatához több sáv kombinációját használni, sávjai annyira specifikusak, hogy az értelmezés egy sáv alapján elvégezhető. A LANDSAT és a TM-felvételeket összehasonlítva azt is tapasztalták, hogy az utóbbin a terület vízrajza jobban meghatározható. Hasonló vizsgálatokat végzett munkatársa, G. F. EPEMA (Hollandia), szintén tunéziai területeken. Ő is az első generációs LANDSAT felvételeket vetette össze TM felvételekkel a spektrum kék-zöld, közeli infravörös és termális sávjában.

Légi felvételek interpretációján alapuló talajértékelési módszert mutatott be SZILÁGYI ANDREA (Magyarország, FÖMI) egy magyarországi dombvidéki mintaterületen. A bemutatott esettanulmány célja az volt, hogy kapcsolatot határozzon meg a talajparaméterek és a légifilmek denzitáserkékei között. A kísérletben három különböző típusú légifilmet — fekete-fehér panchromatikus, színes és színes infravörös — vizsgáltak. A légifényképezéssel egyidejűleg földi talajmintagyűjtést végeztek, néhány talajparaméter — talajnedvesség, szervesanyag-tartalom, vasoxid-tartalom és fizikai-féleség — meghatározása céljából. A korrelációs együtthatók számítását számítógépre írt programmal végezték. Az eredmények azt mutatták, hogy a vizsgált talajtípusok esetében a színes infravörös film adta a legtöbb információt és ez tette lehetővé a legkönnyebb elkülöníthetőséget. A talajparaméterek közül, egyedül a szervesanyag-tartalom mutatott kapcsolatot a fekete-fehér film, illetve a vörös színszűrővel mért színesfilm denzitáserkékei között.

A felszíni érdesség távérzékelési adatokra gyakorolt erős hatását, valamint meghatározásának bonyolultságát valamennyi előadó elismerte. Az érdesség fogalmához kapcsolódik az „árnyék hatás” is, amely azt jelenti, hogy adott napmagasság esetén, azonos felszíni érdesség mellett, más visszaverési értékeket kapunk a tér különböző irányában mérve. Megállapították, hogy a felszíni érdességet az alkalmazott művelési módok és az éghajlati viszonyok (esőzés intenzitása, hótakaró, fagyás és olvadás) módosítják. J. CIERNIEWSKI (Lengyelország) egy matematikai modellt állított fel a különböző talajtípusok spektrális visszaverése és felszíni érdességük közötti kapcsolat kimutatására, továbbá annak vizsgálatára, hogy hogyan változik a talajtípusok reflexiója a művelés, illetve esőzés talajszerkezetet romboló hatására. A számításnál felhasználták a talaj fizikai-félesége és az aggregátumok stabilitása közötti mennyiségi összefüggést. A művelés és esőzés talajok reflexiójára gyakorolt hatásának ismerete az interpretációs munka szempontjából fontos, mivel ugyanazon művelés (pl. szántás) eltérő nedvességtartalmú talajok esetében más felszíni érdességet alakíthat ki; a mechanikai művelés során kialakult talajszerkezet pedig tovább változik az esőzés (öntözés) után. A spektrális visszaverés megváltozik az eső talajszerkezetet romboló hatása miatt; ezt az értéket egyrészt az adott talajtípus, másrészt a felvételi körülmények (hullámsáv és napmagasság) befolyásolják.

M. C. GIRARD (Franciaország) és S. BIALOUSZ (Lengyelország) közös kísérletük eredményeit mutatták be. LANDSAT MSS hullámhosszán mérő radiométerrel megállapították, hogy valamennyi talajtípus reflexiója a művelést követően kisebb volt, mint azt megelőzően; a görbék közötti távolság a talajparaméterek függvénye volt (pl. magas szervesanyag-tartalom esetén a görbék igen közel voltak egymáshoz). Növényzettel borított felszín esetében elsősorban az adott növényfaj típusa és fejlettségi állapota határozza meg a felszíni érdességben betöltött szerepüket, mivel e két tényező determinálja a növénytakaró szerkezetét és a terület borítottságát.

Más módszerrel közelítette meg a talajfelszín reflexiójának meghatározását M. PUGET (Franciaország), aki egy tunéziai arid területen folytatott kísérleteket. Három különböző magasságban készített felvételeket (9 m, 50 m és LANDSAT pályamagasság) és a részletes földi felmérések adatait vizsgálta. A kapott felvételekből egy interpretációs kulcsot állított össze, amely a felvételi magasságoknak megfelelően három egymásra épülő egységet ( $m^2$ , pixel egység, tájegység) tartalmazott. Adott terület felett a három egységet egymással is összehasonlította és megvizsgálta, hogy mennyire könnyítik meg az interpretációs munkát. Ennek során megállapította, hogy a 9 m-ről készített felvételek nem voltak használhatók a LANDSAT felvételek interpretációjához, de a földi referencia-adatokra szükség van. Arid területek talajtakarójának és ökoszisztémájának vizsgálatához az MSS 4 és 5 sávok mutatkoztak a legmegfelelőbbnek.

Az I. szekcióban M. C. GIRARD (Franciaország) egy komplex talajtani modellt mutatott be, amelyben az adott területről rendelkezésre álló hidrológiai, geológiai, geomorfológiai információkra alapozva interpretálta a LANDSAT felvételeket.

Itt került bemutatásra a JUHÁSZ ILONA és RAJKAI KÁLMÁN (Magyarország, MTA TAKI) által készített „Természetes vegetáció térképezése távérzékeléssel” című poszter is.

## II. szekció: Távérzékelés a termális infratartományban

A II. szekció bevezető előadását S. AXELSSON (Svédország) tartotta, aki munkatársaival egy matematikai modellt készített a termális IR adatok értékeléséhez. A modell azt mutatja, hogyan lehet összehasonlítani az infravörös hőmérsékleti értékeket a felszín és az atmoszféra állapotának jellemzőivel a mérések időpontjában. Az adatok analízise során megállapították, hogy a talajnedvesség-tartalom a termális infravörös és albedó adatokkal áll szignifikáns kapcsolatban.

A termális infratartományban végzett felszíni hőmérséklet-mérések adatait más módszerrel értékelte G. J. A. NIEUWENHUIS (Hollandia); földi megfigyelésekből készített szimulációs modelleket használt fel mennyiségi analízisre. A modellek a felszín energia-egyensúlyán alapulnak. Megkülönböztetést tett fedetlen és vegetációval fedett talajok között. Fedetlen talajok esetében a felszín hőmérsékletének fluktuációja különböző frekvenciák mellett a talaj különböző mélységeiről ad információt. Megállapította, hogy a felszíni hőmérséklet napi ingadozása a legfelső talajrétegről, míg az éves változásokból a mélyebb talajrétegekről lehet információkat szerezni. Növényzettel fedett talajok esetében a mérések a gyökérzóna talajnedvesség-állapotáról tájékoztatnak, mivel ez hatással van a transzspirációs arányokra és így a pillanatnyi felszíni hőmérséklet-egyensúlyra is.

D. LYNN (Nagy-Britannia) kísérletei egyértelműen azt igazolják, hogy a talajok felszíni hőmérséklete napi és évi ingadozást mutat. A felvételeken a talajok elkülöníthetőségét ennek megfelelően nemcsak az adott objektum emisszivitása és hőmérséklete befolyásolja, hanem az adatok beszerzésének időpontja is. A műholdak 3-féle időpontú adatszerzésre adnak lehetőséget: 1. monotemporális (ugyanazon a napon, egyszer végzett mérés); 2. multitemporális (ugyanazon a napon különböző időben végzett mérés); 3. multidade (különböző napokon, de ugyanazon időben végzett mérés). Az eredmények szerint a monotemporális adatok mérésére a napnyugta és hajnal közötti periódus nem alkalmas, illetve csak kis elkülöníthetőséget tesz lehetővé. A maximális napi hőmérséklet-különbség talajok és egyéb felszíni anyagok között a délelőtti és kora délutáni órákban jelentkezik.

M. MENENTI (Hollandia) a felszíni hőmérséklet ( $T$ ,  $^{\circ}K$ ) és TM termális adatokat 0—24 óráig mérve azt találta, hogy a kora reggeli órákban a felszíni objektumok (víz, növényzet, homok) hőmérsékleti különbségei kicsik, ami nehézkessé teszi elkülöníthetőségüket a TM felvételeken.

### III. szekció: Távérzékelés a mikrohullámú tartományban

A III. szekció meghívott előadója volt L. KRUL (Hollandia) a delfti egyetem professzora. Bevezető előadásában összefoglalta a mikrohullámú tartományban történő távérzékelés fizikai alapjait. Ehhez kapcsolódóan T. J. JACKSON (USA) kifejtette, hogy a talajtan területén a talajtulajdonságok és a mikrohullámú emisszió és reflexió kapcsolatának teljes, fizikai alapokon nyugvó modellje még nem befejezett. A kísérletekből levonható következtetések szerint a talajnedvességen kívül a térfogattömeg, valamint a textúra, szervesanyag- és sótartalom befolyásolja a mikrohullámú emissziót és reflexiót. A kísérletek azt is kimutatták, hogy a térfogattömegnek egyedi hatása van az emisszióra; ezt a jelenséget korábban nem észlelték. A nedves talajok dielektromos tulajdonságairól számolt be M. C. DOBSON (USA). Az általa ismertetett kísérletben öt terület talajain a teljes fizikai-féleség skálán a légszáras állapotól a teljes telítettség állapotáig végeztek méréseket 16 Hz és 186 Hz között. A nedves talajok dielektromos tulajdonságai függőséget mutattak a térfogattömeggel, textúrával, nedvességtartalommal, hőmérséklettel és a méréshez használt frekvenciával. Bemutatott egy empirikus modellt a talaj dielektromos állandójának becslésére a (térfogat %-ban megadott) talaj nedvességtartalmának és textúrájának ismeretében.

J. STOLP (Hollandia) X-sávú radar visszaszórásból a talajfelszín érdességének térbeli eloszlását vizsgálta. Ezen hullámsávban ugyanis a radar erősen érzékeny a felszíni érdességbeli különbségekre. 1983-ban végeztek radarméréseket X-sávban, HH polarizáció mellett, 10–20°-os látószögnél. A digitálisan rögzített adatokon elvégezték a geometriai és radiometriai korrekciót és fekete-fehér képeket állítottak elő. A földi referencia-méréseket több szempont szerint végezték. A kijelölt mintaterületeken meghatározták és osztályozták a felszín érdességét, a szántás irányát, és a vegetáció típusát, valamint a borítottsági %-ot. A földi és légi adatok között jó kapcsolatot mutattak ki.

R. EVANS (Nagy-Britannia) azt a mindenki számára meglepő megállapítást tette, hogy az angliai területen vizsgált 1981. júniusi SAR és 1978. őszi SEASAT mikrohullámú űrfelvételek — a hagyományos módszerekhez képest — nem adtak többletinformációt a talajféleségek elkülöníthetősége szempontjából. Az előadáshoz hozzászólók azonban további vizsgálatokat javasoltak több időpontú, különböző polarizációjú felvételek digitális elemzésével.

Ebben a szekcióban két talajnedvesség-mérésre kidolgozott műszer is bemutatásra került. Mindkettőt amerikai kutatók készítették. A R. F. PAETZOLD által ismertetett ún. NMR (nuclear magnetic resonance) műszer a felszíni talajnedvesség adatok gyors meghatározására alkalmas. A műszer mérési eredményeit nem befolyásolja a talajtípus, szervesanyag-tartalom, fizikai-féleség és agyagásvány-tartalom; a talaj nedvességtartamát térfogat %-ban adja meg. M. C. DOBSON egy mikrohullámú dielektromos szonda működési elvét ismertette. A műszert távérzékelési adatok hitelesítésére lehet használni. Gyors és statisztikailag is reprezentatív minták gyűjtésére alkalmas, rövid idő alatt, nagy területeken. A szonda a térfogatszázalékban kifejezett talajnedvesség-tartalmat méri. A mérési eredményeket nem befolyásolja a textúra. Alkalmas a mikrováltozások közelítő mérésére — mivel kis mintamennyiségekre is érzékeny. A műszer viszonylag alacsony áron állítható elő. Előreláthatólag 1985 végéig fejezik be a műszerfejlesztést.

### IV. szekció: A távérzékelési módszerek jelenlegi fejlesztései

N. J. MULDER (Hollandia) a digitális képfeldolgozás és alakfelismerés módszeréről tartott bevezető előadása után a résztvevők meglátogatták az ITC Képfeldolgozási Laboratóriumot. Itt bemutatták az ITC számítógépparkját és néhány feldolgozást, főleg növényi kultúrák elkülönítésére. A digitális űrfelvételek feldolgozásában kiemelt lépések a következők voltak:

- a jellemző (multispektrális, multitemporális, térbeli) paraméterek összevonása, csökkentése;

- osztályozás a statisztikai minta és szerkezeti felismerés felhasználásával;
- vizuális interpretáció, színterminológiai, illetve multitemporális, levélfelületi index alapján osztályozott felvételeken, alapos terepi ellenőrzéssel.

Az 1980-as évek műholdjain elhelyezett új szenzorokról M. F. BAUMGARDNER (USA) adott tájékoztatást. Ezekre az igen nagy spektrális (10 nm körüli) és térbeli felbontás lesz a jellemző. A Landsat 6 felbocsátását 1987-re, a Landsat 7-et 1989-re tervezik. A SPOT műholdak paramétereiről, felvételi rendszeréről, a feldolgozási területekről és a szimulációs kísérletek eddigi eredményeiről M. C. GIRARD (Franciaország) számolt be.

### *Tanulmányutak*

1. *Tanulmányi kirándulás az „Oost-Gelderland” távérzékelési teszterület T' Klooster mintaterületére (március 6.)* A mintaterület Kelet-Hollandiában, Achterhoek körzetében, Arnhemtől keletre helyezkedik el. A területet néhány méter vastagságú homoktakaró borítja.

Az itt végzett távérzékelési kísérlet során a növények növekedése és a talajvízszint közötti érzékeny egyensúlyt tanulmányozták. A kísérletben termális infravörös, hamis színes felvételeket, multispektrális pásztázó adatokat és földfelszíni megfigyeléseket használtak fel. A hamis színes felvételek a növényzet típusáról és fejlettségi állapotáról adtak információt. A termális infravörös felvétel színei az egyes földi objektumok sugárzási hőmérsékletbeli különbségét mutatták.

Az optimális evapotranszspiráció állapotában minden vegetáció típusához adott sugárzási hőmérséklet tartozik, amely hőmérséklet emelkedik, ha az evapotranszspirációban hiány lép fel. Kimutatták a sugárzási hőmérséklet és az evapotranszspirációs hiány közötti kapcsolatot és, ezen információkat kiegészítve a hamis színes felvétel növényzeti adataival, evapotranszspirációs hiánytérképet készítettek.

A növény számára hozzáférhető nedvesség függ:

- a gyökérzóna mélységétől;
- a talaj vízgazdálkodási tulajdonságaitól a gyökérzónában;
- a talajvízszint mélységétől a vegetációs periódus során.

Ezen faktorokat bizonyos mértékben a talaj típusa determinálja, így a talajtani információk az evapotranszspirációs hiány értelmezésében nélkülözhetetlenek.

Az evapotranszspirációs hiányt ábrázoló térkép az aszályos területek kijelölésére alkalmas. Néhány talajtípus esetében sikeresen alkalmazták a módszert.

2. *A szimpózium utáni tanulmányúton* a Hollandia középső részén elterülő Ijsseldeltavidék és a polderok geológiai, geomorfológiai, talajtani kialakulásáról kaptunk áttekintést. A táj földhasználatát 1:100 000 és 1:25 000 méretarányú űrfelvételeken mutatták be. A Seasat (1978), Landsat MSS/RBV (1980) és Landsat TM (1984) felvételekből az ITC Digitális és Fényképészeti Laboratóriumában készültek fekete-fehér képek, színterminológiai és a májusi—szeptemberi—novemberi levélfelület indexen alapuló multitemporális feldolgozások. A fő pleisztocén és holocén, alluviális, glaciális és eolikus földformákat a fentebb felsorolt módon előfeldolgozott űrfelvételek vizuális interpretációjával határolták körül. Azonosításukra 1983-ban készült 1:18 000 méretarányú légifelvételek — terepi munkával kiegészített — interpretációját használták fel.

### *Kerekasztal megbeszélések*

A szimpózium utolsó napján, az előadásokat követően kerekasztal megbeszélések folytak. Feladatuk az volt, hogy a távérzékelés talajtanban betöltött szerepét, adott szempont szerint — alap kutatások, alkalmazások és filozófiai megközelítés — elemezzék, összefoglalják és feltárják a problémákat.

Az első megbeszélésen — M. POUGET (Franciaország) vezetésével — a távérzékeléssel gyűjthető információkra valamilyen módon hatással levő talajparaméterek szerepeltek a programban:

1. Érdesség, árnyék, hatás;
2. Abszorpció;
3. A megvilágítás, az érzékelés szögének viszonya.

A második kerekasztal megbeszélést M. F. BAUMGARDNER (USA) vezette. Ennek keretében szó volt arról, hogy a termés előrejelzésénél, illetve a tájvizsgálatnál használt modellezésekhez, mely mennyiségi paraméterek határozhatók meg távérzékelési módszerekkel. Az idő rövideje miatt csak áttekintő jellegű összefoglalásra volt lehetőség a teljesség igénye nélkül: talajnedvesség, szervesanyag-tartalom, szikesség, sótartalom, gipsz- és mésztartalom (a talajképző kőzettől függően), kövesség, vízrajz-vízvezetés, topográfia, természetes és mezőgazdasági vegetáció (földhasznosítás-változás). Külön hangsúlyt kapott az erózióvesztély-bebecslési modellezéshez szükséges adatszolgáltatás.

M. F. BAUMGARDNER (USA), a záróülés elnöke, összegezte a szimpózium tapasztalatait. A szimpózium anyaga rövidesen könyv alakjában is megjelenik. A kiadvány tartalmazni fogja az előadások és poszterek anyagait, a vitában elhangzott észrevételeket, valamint a szimpózium munkájának rövid értékelését.

JUHÁSZ ILONA és SZILÁGYI ANDREA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete  
és MÉM OFTH Földmérési Intézet, Budapest

*Érkezett: 1985. július 14.*